МИНИСТЕРСТВО ТОПЛИВА И ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФИРМА ПО НАЛАДКЕ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ ОРГРЭС

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ КАЛОРИФЕРНЫХ УСТАНОВОК ТЭС

СПО
ОРГРЭС
Москва 1993

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ТОПЛИВА И ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФИРМА ПО НАЛАДКЕ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ ОРГРЭС

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ КАЛОРИФЕРНЫХ УСТАНОВОК ТЭС

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ОРГРЭС

Москва 1993

УДК 621.311.17.004.1

С О С Т А В Л Е Н О предприятием "Уралтехэнерго" фирмы ОРГРЭС

И С П О Л Н И Т Е Л И В.Б.ПУЧКОВСКИЙ, З.С.БАГАУТДИНОВ

© СПО ОРГРЭС, 1993

Введение

Калориферные установки (КУ) на тепловых электрических станциях (ТЭС) применяются для температурной обработки воздуха в следующих системах:

предварительного подогрева дутьевого воздуха котлоагрегатов;

воздухоснабжения главного корпуса;

вентиляции и кондиционирования воздуха производственных помещений.

Для поддержания тепломеханического оборудования в работоспособном состоянии на энергопредприятиях разработана система технического обслуживания. Технология обслуживания котельных установок, турбоагрегатов и тягодутьевого оборудования изложена в соответствующих нормативно-технических документах. Разработаны нормы расхода запасных частей и материалов, утверждено штатное расписание персонала, выполняющего регламентные работы. В определенной степени проработана система технического обслуживания КУ систем вентиляции и кондиционирования воздуха производственных помещений. Однако, в меньшей степени указанные мероприятия проработаны для КУ двух первых производственных циклов, приведенных выше.

В настоящих рекомендациях приводятся требования к калориферным установкам систем предварительного подогрева дутьевого воздуха котлоагрегатов и воздухоснабжения главного корпуса (далее калориферные установки ТЭС), особенности их эксплуатации и являются методической основой для организации системы технического обслуживания.

Учитывая вышеизложенное, а также непосредственную связь КУ с тепловой сетью ТЭС, настоящие рекомендации следует рассматривать совместно с "Типовой инструкцией по эксплуатации систем отопления и вентиляции тепловых электростанций" (М.: СПО СТЭ, 1981).

I. КАЛОРИФЕРНЫЕ УСТАНОВКИ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

I.I. Особенности эксплуатации и технологические требования к калориферным установкам ТЭС

I.I.I. Калориферные установки систем предварительного подогрева дутьевого воздуха котлов и воздухоснабжения главного корпуса непосредственно связаны с основным технологическим процессом и, как следствие, должны обеспечивать эффективность и надежность эксплуатации на уровне не ниже основного тепломеханического оборудования. При этом в наиболее жестких условиях эксплуатации находятся КУ системы воздухоснабжения главного корпуса, основным назначением которых является нагрев определенного количества наружного воздуха до определенной температуры независимо от его начальной температуры.

I.I.2. В соответствии с указанными особенностями, а также на основе обобщения опыта проектирования, монтажа, наладки и эксплуатации, основные технологические требования к КУ ТЭС сформулированы следующим образом:

КУ должна обеспечивать нагрев поступающего воздуха до температуры не менее $10^{\circ}C$ в системе воздухоснабжения главного корпуса и не менее 30-$110^{\circ}C$ в системе предварительного подогрева дутьевого воздуха (в зависимости от типа воздухоподогревателя и вида сжигаемого топлива) при любой температуре наружного воздуха из расчетного диапазона, установленного отраслевыми нормами технологического проектирования и СНиП 2.04.05-86;

теплоотдающая поверхность КУ должна состоять преимущественно из многоходовых (теплоноситель-вода) и одноходовых (теплоноситель-пар) калориферов одного типа и модели, удовлетворяющих ГОСТ 7201-80;

конструкция воздушного тракта КУ должна обеспечивать одинаковые расходы воздуха через отдельные калориферы (степень неравномерности нагрузки по воздуху не должна превышать 15%);

с целью повышения эффективности КУ, подсосы холодного воздуха через неплотности воздушного тракта при размещении КУ на всасывающем участке последнего не должны превышать 5% от общего расхода воздуха через КУ;

в качестве греющего теплоносителя допускается применение пара и сетевой воды. Для КУ системы воздухоснабжения преимущественное распространение получили водяные калориферы, для КУ системы предварительного подогрева воздуха - паровые;

сетевая вода должна поступать в гидравлический тракт КУ через устройства для осаждения твердых включений (грязевики), в гидравлическом тракте должны быть предусмотрены средства для удаления воздуха из внутренних полостей калориферов, а также для выпуска сетевой воды из системы в аварийных ситуациях;

компоновка КУ должна обеспечивать одинаковые расходы греющего теплоносителя через все калориферы;

калориферная установка должна быть оснащена регулирующей арматурой для плавного изменения тепловой производительности.С точки зрения обеспечения надежности КУ предпочтительным является регулирование тепловой производительности путем перепуска части наружного воздуха помимо калориферов. Допускается регулирование путем изменения расхода сетевой воды при наличии в технологической схеме КУ подмешивающих насосов;

для регулирования тепловой производительности путем перепуска части воздуха помимо калориферов воздушный тракт КУ должен быть оборудован смесительной камерой, обеспечивающей смещение потоков холодного и подогретого воздуха, и управляемыми воздушными дроссельными клапанами;

технологическая схема КУ должна предусматривать установку отборных устройств для датчиков расхода, давления и температуры греющего теплоносителя, температуры воздуха;

калориферная установка должна иметь технологические средства для защиты калориферов от размораживания в аварийных ситуациях. При этом под аварийной ситуацией понимается прекращение циркуляции греющего теплоносителя или снижение его расхода, а также понижение температуры наружного воздуха ниже расчетного диапазона, установленного нормами технологического проектирования для района расположения ТЭС.

I.2. Оборудование калориферных установок ТЭС

I.2.I. Основным оборудованием КУ ТЭС является калорифер - стальной поверхностный теплообменный аппарат с перекрестным током теплоносителей по ГОСТ 7201-80.

I.2.2. В настоящее время отечественной промышленностью выпускается значительное количество типов калориферов, отличающихся конструктивными и теплогидравлическими характеристиками, видом греющего теплоносителя (вода, пар). Основные параметры калориферов, наиболее широко применяющихся на ТЭС, приведены в приложении I.

I.2.3. Вспомогательное оборудование КУ ТЭС обеспечивает регулирование тепловой производительности, отключение и подключение по теплоносителям, защиту от технологически недопустимых параметров теплоносителей, улавливание из греющего теплоносителя взвешенных частиц, удаление воздуха из трубной системы калориферов, защиту калориферов от размораживания.

I.2.4. К вспомогательному оборудованию воздушного тракта КУ относятся клапаны воздушные утепленные типа КВУ (с электроподогревом для случая обледенения створок) и П (без электроподогрева), а также заслонки воздушные неутепленные. Основные параметры клапанов и заслонок приведены в приложениях 2, 3.

I.2.5. К вспомогательному оборудованию гидравлического тракта КУ относятся арматура запорная для включения и отключения КУ от тракта греющего теплоносителя; арматура предохранительная для защиты от недопустимого давления греющего теплоносителя; арматура регулирующая для изменения расхода греющего теплоносителя; грязевики для отделения от греющего теплоносителя твердых включений; подмешивающие насосы для регулирования тепловой производительности и защиты калориферов от размораживания; обратные клапаны для исключения перетока сетевой воды из подающего трубопровода в обратный при останове подмешивающего насоса; конденсатоотводчики для отвода конденсата греющего пара из калориферов.

Основные технические характеристики запорной и предохранительной арматуры, а также обратных клапанов, приведены в приложении 4. Выбор арматуры осуществляется в соответствии с требованиями СНиП I-33-75 и СНиП I-36-73 с учетом вида теплоносителя,

рабочих и максимальных значений давления и температуры, а также необходимого диаметра условного прохода.

Основные технические характеристики регулирующей арматуры приведены в приложении 5. Выбор типоразмеров регулирующих клапанов производится на основании гидравлического и теплового расчетов КУ для максимальной и минимальной нагрузок.

Основные технические характеристики серийных насосов для горячей воды, используемых в качестве подмешивающих для КУ, приведены в приложении 6.

Конструкции грязевиков и конденсатоотводчиков изготовляются индивидуально по рабочим проектам проектных организаций.

I.3. Компоновка и технологическая схема КУ ТЭС

I.3.I. Компоновкой КУ является вариант соединения отдельных калориферов по греющему теплоносителю (последовательное, параллельное) и размещения их в пространстве по ходу движения нагреваемого воздуха в целях обеспечения требуемой тепловой мощности.

I.3.2. Основными компоновочными единицами КУ являются калорифер, блок, ярус, ряд.

Блок - совокупность нескольких калориферов, соединенных между собой последовательно по ходу греющего теплоносителя и установленных перпендикулярно потоку нагреваемого воздуха.

Ярус - совокупность нескольких блоков, соединенных между собой параллельно по ходу греющего теплоносителя и установленных на одной и той же геодезической отметке перпендикулярно потоку нагреваемого воздуха.

Ряд - совокупность нескольких блоков при одноярусной компоновке или нескольких ярусов при многоярусной компоновке, установленных перпендикулярно потоку нагреваемого воздуха. При одноярусной компоновке понятия ярус и ряд идентичны.

Различные типы компоновок КУ ТЭС приведены на рис.I.

I.3.3. Технологической схемой КУ является вариант соединения технологического оборудования между собой и трактами греющего теплоносителя и нагреваемого воздуха.

В зависимости от вида греющего теплоносителя и способа регулирования тепловой производительности различают четыре основных вида технологической схемы КУ:

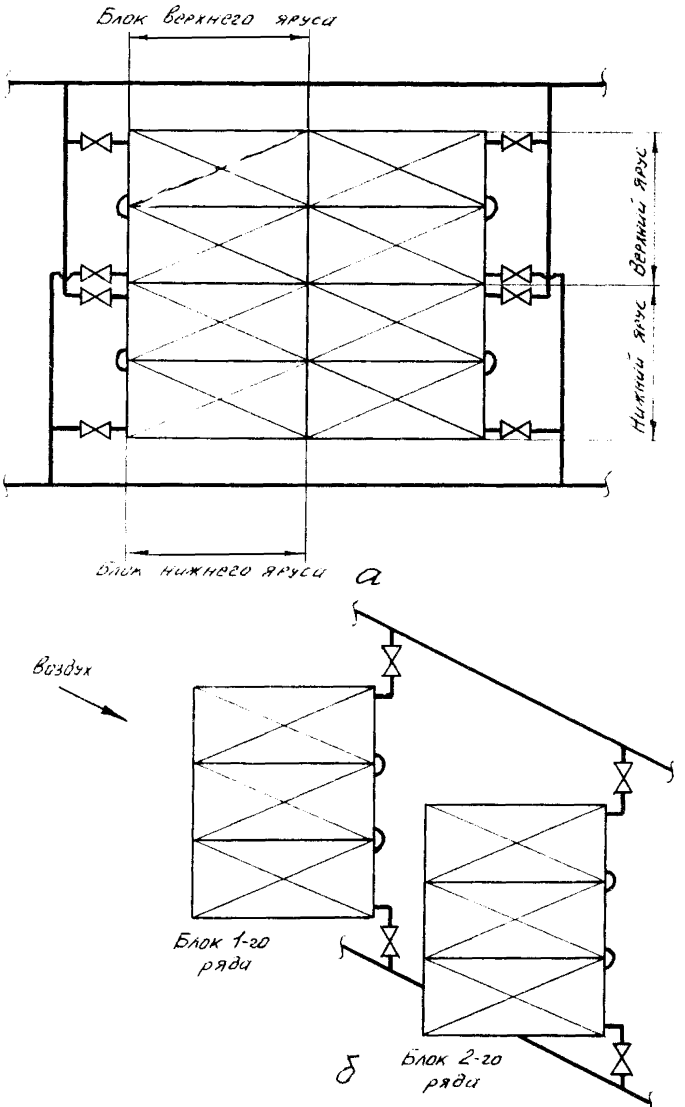

Рис.I. Варианты компоновки КУ:

а – однорядная компоновка с двумя ярусами блоков; б – двухрядная компоновка с одноярусным соединением блоков

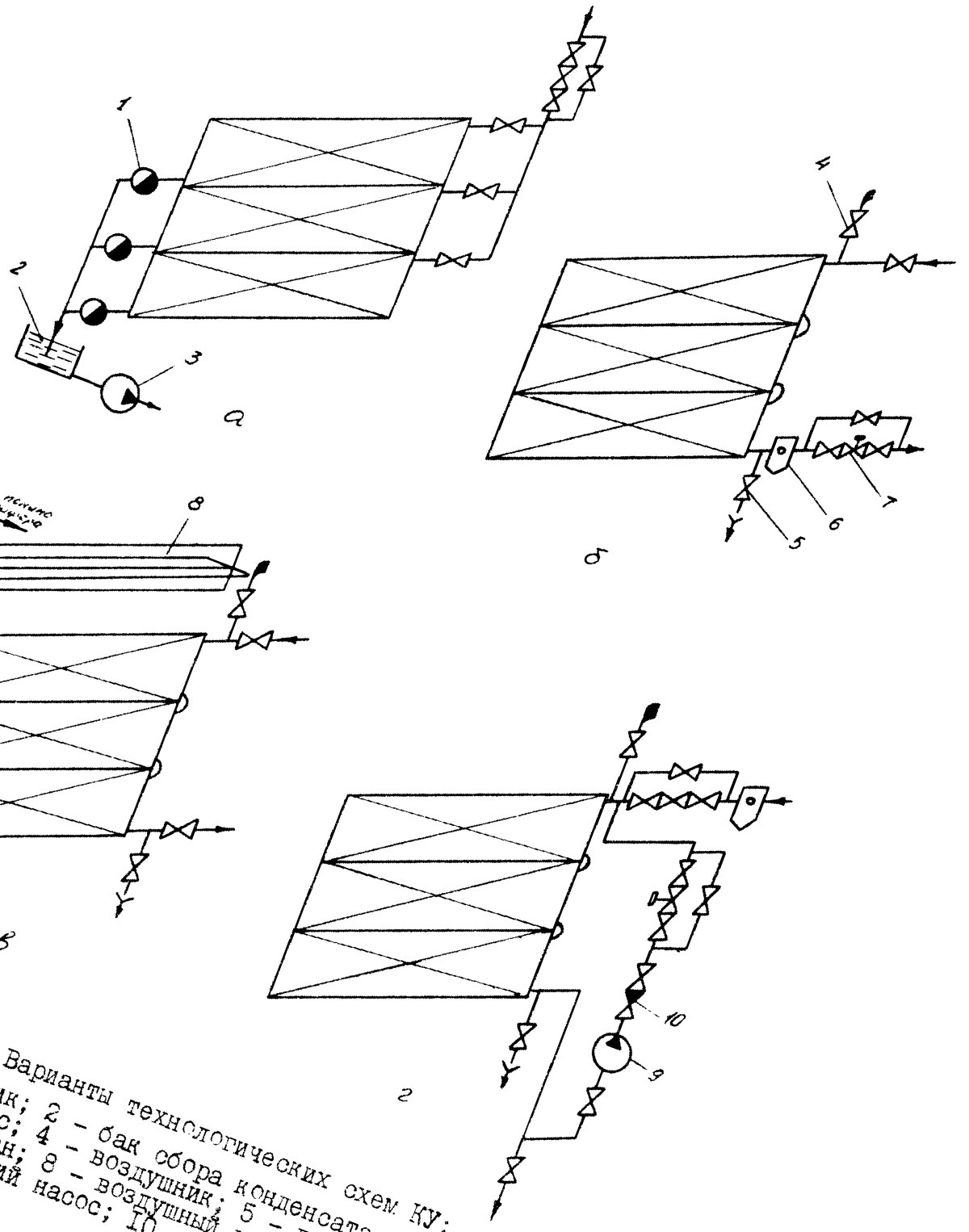

Рис.2. Варианты технологических схем КУ:
1 – конденсатоотводчик; 2 – бак сбора конденсата греющего пара;
3 – конденсатный насос; 4 – воздушник; 5 – дренаж; 6 – грязевик;
7 – регулирующий клапан; 8 – воздушный дроссельный клапан; 9 – цен-
тробежный насос; 10 – обратный клапан

КУ с паровыми калориферами и регулированием тепловой производительности путем изменения расхода пара или его параметров (рис.2,а);

КУ с водяными калориферами и регулированием тепловой производительности путем изменения расхода сетевой воды (рис.2,б);

КУ с водяными калориферами и регулированием тепловой производительности перепуском части расхода воздуха помимо калориферов (рис.2,в);

КУ с водяными калориферами и подмешивающими насосами (рис.2,г).

I.3.4. Выбор того или иного варианта технологической схемы определяется тепловым и гидравлическим расчетом в соответствии с установленной тепловой мощностью КУ.

I.3.5. Одним из важных моментов технологической схемы КУ являются мероприятия по предупреждению размораживания калориферов в аварийных ситуациях.

Для КУ системы предварительного подогрева воздуха указанный вопрос решается применением комбинированной схемы - сочетание подогрева воздуха в КУ с рециркуляцией горячего воздуха (отбираемого непосредственно после КУ или после воздухоподогревателя), либо с подогревом холодного воздуха до КУ в мазутных или газовых муфелях.

В КУ системы воздухоснабжения главного корпуса как правило не предусматриваются подобные меры против размораживания калориферов, что осложняет их эксплуатацию. В этом случае защита калориферов осуществляется следующим образом.

В КУ естественной тяги (без вентиляторов) при возникновении опасности размораживания калориферов производится отключение КУ по воздуху (закрытие клапанов на подводе наружного воздуха).

В КУ с вентиляторами также производится закрытие клапанов наружного воздуха, но при этом открываются клапаны воздушной рециркуляции, предусматриваемые для рассматриваемых условий проектом, и КУ работает в режиме воздушного обогрева главного корпуса.

Перспективной представляется вариант вентиляторной КУ системы воздухоснабжения с "горячей" рециркуляцией, когда перед клапанами воздушной рециркуляции устанавливается дополнительный калорифер (для КУ), что позволяет уменьшить расход воздуха, забираемого из главного корпуса на рециркуляцию.

Включение защиты от размораживания калориферов осуществляется автоматически по сигналу датчика в трубопроводе сетевой воды после КУ при понижении температуры последней до 30°С.

Надежность эксплуатации калориферов при низких температурах наружного воздуха повышается также при поддержании скорости теплоносителя в трубках в пределах 0,3-0,8 м/с (большие значения скорости приводят к повышенному гидравлическому сопротивлению КУ и шуму при ее эксплуатации).

2. СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ КАЛОРИФЕРНЫХ УСТАНОВОК ТЭС

2.I. Общие положения

2.I.I. Техническое обслуживание КУ ТЭС представляет собой комплекс операций по поддержанию работоспособности КУ с заданными технико-экономическими показателями как при непосредственной эксплуатации (переходный и холодный периоды года), так и при подготовке к отопительному сезону (теплый период года).

2.I.2. Система технического обслуживания представляет собой совокупность взаимосвязанных средств, нормативно-технической документации и непосредственных исполнителей для проведения технического обслуживания.

2.I.3. К средствам технического обслуживания КУ ТЭС относятся:

штатные контрольно-измерительные приборы для определения параметров воздуха и греющего теплоносителя;

дополнительные измерительные приборы и приспособления для определения параметров воздуха;

устройства и приспособления для выполнения операций включения, отключения и регулировки параметров КУ.

2.I.4. К нормативно-технической документации относятся:

техническое описание и инструкция по эксплуатации КУ;

инструкции заводов-изготовителей по эксплуатации отдельных комплектующих узлов и элементов КУ.

2.I.5. В соответствии с особенностями эксплуатации и технологическими требованиями к КУ ТЭС, а также со сложившимися в энергетике формами технического обслуживания основного и вспомогательно-

го тепломеханического оборудования, целесообразны три вида технического обслуживания КУ:

периодическое техническое обслуживание;

сезонное техническое обслуживание;

техническое обслуживание с периодическим контролем.

2.2. Периодическое техническое обслуживание КУ

2.2.I. Периодическое техническое обслуживание выполняется ежедневно в течение всего периода эксплуатации КУ через интервалы времени, установленные эксплуатационной документацией на отдельные элементы и узлы КУ и должностной инструкцией машиниста-обходчика соответствующего оборудования.

Периодическое техническое обслуживание выполняется эксплуатационным персоналом ТЭС.

2.2.2. Объектами технического обслуживания КУ являются калориферы, распределительная тепловая сеть в пределах КУ, подмешивающие насосы, запорная, предохранительная и регулирующая арматура, смесительная камера с дроссельным воздушным клапаном, проемы воздушного тракта с клапанами и заслонками, строительные конструкции и средства герметизации воздушного тракта, аппаратура электроснабжения и автоматизированного управления.

2.2.3. Периодическое техническое обслуживание КУ предусматривает выполнение следующих операций:

определение температуры греющего теплоносителя на входе и выходе КУ по показаниям штатных приборов и сопоставление их значений с температурным графиком наружного воздуха;

определение давления греющего теплоносителя на входе и выходе КУ по показаниям штатных приборов и сопоставление их значений с режимом работы тепловой сети;

осмотр тепловой сети в пределах КУ, запорной, предохранительной и регулирующей арматуры на наличие течей и парений греющего теплоносителя;

осмотр подмешивающих насосов КУ на наличие течей сетевой воды через сальники, проверка на ощупь температуры подшипников насосов;

проверка работоспособности вентиляторов (при наличии последних в составе КУ), целостности ограждающих устройств на входе и (или) выходе вентиляторов;

проверка открытого положения клапанов на входе воздуха в КУ;

осмотр входной воздушной камеры КУ, удаление посторонних предметов, загромождающих проходное сечение калориферов со стороны входа воздуха;

осмотр внешних ограждающих конструкций КУ, проверка целостности запорных устройств на дверях и лючках воздушных камер КУ.

2.3. Сезонное техническое обслуживание КУ

2.3.I. Сезонное техническое обслуживание выполняется на КУ системы воздухоснабжения главного корпуса перед началом отопительного сезона, на КУ системы предварительного подогрева воздуха - в период текущего или капитального ремонта котла, но не реже одного раза в год. Сезонное техническое обслуживание выполняется силами эксплуатационного и ремонтного персонала ТЭС.

2.3.2. Сезонное техническое обслуживание предусматривает выполнение следующих операций:

продувка (промывка) наружной поверхности трубного пучка калориферов;

промывка внутренней поверхности трубного пучка калориферов (если это необходимо по результатам технической диагностики технологической схемы КУ);

вскрытие и чистка грязевиков;

опрессовка гидравлического тракта;

регулировка плотности прилегания створок воздушных клапанов и заслонок друг к другу в закрытом состоянии;

проверка управления электроприводами регулирующей и запорной арматуры тракта греющего теплоносителя и воздушных клапанов.

2.3.3. Продувка (промывка) наружной поверхности трубного пучка калориферов производится с целью повышения тепловой производительности КУ.

Поверхность нагрева калориферов продувают сжатым воздухом под давлением не выше 0,4-0,6 МПа от станционной разводки сжатого воздуха или от передвижного компрессора (типа ВКС-6, ДК-9, ПКСД-5.25) производительностью 0,08-0,I7 $м^3/с$. Для продувки используется резиновый шланг внутренним диаметром 0,020-0,025 м с коническим насадком диаметром выходного сечения 0,0I0-0,0I5 м (из расчета скорости истечения воздуха 300-400 м/с).

Если поверхность калорифера покрыта плотно слежавшимися пыльными отложениями с примесью масла, то применяется гидропневматический способ очистки с помощью тройника с насадком, присоединяемого гибкими шлангами к водяной и воздушной сетям. Давление воздуха рекомендуется поддерживать в пределах 0,4-0,6 МПа, а давление воды - 0,I МПа. При чистке сначала медленно открывают водяной вентиль, а затем вентиль сжатого воздуха. Время чистки одного калорифера 8-I0 мин.

Допускается продувка наружной поверхности калорифера низкопотенциальным паром, что также повышает эффективность очистки по сравнению с продувкой сжатым воздухом.

После очистки наружной поверхности калориферов производится влажная уборка воздушной камеры КУ.

2.3.4. Гидропневматическая промывка внутренней поверхности калориферов проводится отдельно от подводящих магистралей тепловой сети, для чего задвижка на обратной сетевой воде или конденсате греющего пара закрывается.

Источником промывочной воды служит система водоснабжения ТЭС (в этом случае задвижка на прямой сетевой воде или подводе пара закрывается, подвод промывочной воды осуществляется через специальный штуцер) или непосредственно сетевая вода. Источником сжатого воздуха является общестанционная разводка или передвижной компрессор (см.п.2.3.3). Выпуск промывочной воды осуществляется через дренажные патрубки КУ.

Рекомендуемые режимы промывки - одновременная и непрерывная подача воды и сжатого воздуха или непрерывная подача воды и периодическая подача сжатого воздуха. Наибольший эффект имеет место при отношении расхода воздуха и воды I:2 и скорости водовоздушной смеси в трубках I-3 м/с. При промывке целесообразно выдерживать следующие давления: по воде 0,2-0,35 МПа, по воздуху 0,5-0,6 МПа.

При наличии в КУ нескольких блоков калориферов промывку осуществляют отдельно для каждого блока, начиная с дальнего по ходу сетевой воды. Промываемый блок калориферов заполняют водой, открывают задвижку на дренажном трубопроводе и одновременно открывают задвижку на подводе промывочной воды. Открывают задвижку на подводе сжатого воздуха и доводят его расход до расчетной величины. Чрез каждые 5-I0 мин подача воздуха прекращается на 5 мин, после

чего вновь возобновляется. Промывка ведется до тех пор, пока на выходе из калориферов не будет чистая вода.

В процессе промывки необходимо следить за силой гидравлических ударов, не допуская опасных для целостности трубного пучка калориферов.

Гидропневматическая промывка выполняется по наряду-допуску под руководством специально назначенного лица из числа ИТР станции.

2.3.5. Чистка грязевиков от мусора и окалины осуществляется путем его разборки. При сборке грязевика рекомендуется заменить прокладку между крышкой и корпусом.

В случае промывки внутренней поверхности калориферов чистка грязевиков проводится после ее завершения.

2.3.6. Трубопроводный тракт КУ подвергается гидравлическому испытанию с целью выявления и устранения неплотностей. Гидравлическое испытание проводится пробным давлением, равным I,25 рабочего, указанного в паспорте трубопроводного тракта, но не менее 0,2 МПа (если предприятие-изготовитель или проектная организация не определили иное давление, которое не должно быть менее I,25 рабочего).

Для гидравлического испытания должна применяться вода с температурой 5–40 ^{0}С. Давление в трубопроводе следует повышать плавно.

Время выдержки трубопровода и его элементов под пробным давлением должно быть не менее I0 мин. После снижения пробного давления до рабочего производится тщательный осмотр трубопровода. Трубопроводный тракт считается выдержавшим гидравлическое испытание, если не обнаружены течи, потения в сварных соединениях, основном металле и фланцевых соединениях, видимые остаточные деформации.

Если гидравлическое испытание производится после ремонта, связанного со сваркой, процедура гидравлического испытания должна соответствовать требованиям "Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды" (Л.: НПО ЦКТИ, I99I).

2.3.7. Регулировка плотности прилегания створок воздушных клапанов и заслонок друг к другу производится с целью исключения пропуска воздуха в закрытом состоянии. После выполнения регулировки производится контрольная проверка путем открывания и закрывания клапана или заслонки с помощью электропривода управления.

2.4. Техническое обслуживание КУ с периодическим контролем

2.4.I. Техническое обслуживание с периодическим контролем проводится не реже одного раза в три года, а также после выполнения ремонта или реконструкции КУ с целью выявления технического состояния технологической схемы КУ и выполняется, как правило, специализированными наладочными организациями.

2.4.2. Техническое обслуживание с периодическим контролем предусматривает следующие основные виды работ:

подготовительные (изучение проектной и эксплуатационной документации, внешний осмотр оборудования КУ, составление ведомости дефектов, разработка программы по технической диагностике);

техническая диагностика воздушного тракта;

техническая диагностика технологической схемы;

разработка рекомендаций по наладке и совершенствованию КУ, составление технического отчета.

2.4.3. Техническое обслуживание с периодическим контролем проводится в зимний период эксплуатации. По результатам его проведения составляется технический отчет по форме, утвержденной главным инженером организации, проводящей обслуживание.

3. ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ КАЛОРИФЕРНОЙ УСТАНОВКИ

3.I. Показатели качества технологической схемы КУ

3.I.I. Состояние технологической схемы КУ в процессе ее технического обслуживания оценивается системой следующих основных показателей:

отклонение температуры греющего теплоносителя на входе в КУ от температурного графика

$$\psi_{1в} = \frac{t_{1в}^{р} - t_{1в}^{ф}}{t_{1в}^{р}} 100\% ,$$

где - "р" и "ф" - индексы, относящиеся соответственно к расчетному и фактическому значениям определяемой величины);

отклонение температуры греющего теплоносителя на выходе из КУ от температурного графика (для водяных калориферов):

$$\psi_{2в} = \frac{t_{2в}^{р} - t_{2в}^{ф}}{t_{2в}^{р}} 100\% ;$$

отклонение температуры конденсата на выходе из КУ от температуры конденсации пара в калорифере (для паровых калориферов):

$$\Delta t_{к} = t_{к} - t_{2в} ,$$

где $t_{к}$, $t_{2в}$ – температура конденсации пара и температура конденсата после КУ;

отклонение массового расхода греющего теплоносителя через КУ от расчетного значения

$$\psi_{в} = \frac{G_{в}^{р} - G_{в}^{ф}}{G_{в}^{р}} 100\% ;$$

отношение фактической теплопроизводительности КУ к требуемой в расчетном режиме

$$\psi_{q} = \frac{Q^{ф}}{Q^{р}} 100\% ;$$

степень загрязнения поверхности нагрева КУ

$$\psi_{з} = \left[1 - \left(\frac{K^{ф}}{K^{р}} \right) \right] ,$$

где $K^{ф}$, $K^{р}$ – коэффициент теплопередачи калориферов соответственно фактический и расчетный (каталожный) для данной модели;

отклонение расхода нагреваемого воздуха через КУ от расчетного значения

$$\psi_{воз} = \frac{L^{р}_{воз} - L^{ф}_{воз}}{L^{р}_{воз}} 100\% ;$$

степень неравномерности нагрузки отдельных калориферов по воздуху

$$\psi_{н} = \frac{L^{max}_{воз} - L^{min}_{воз}}{L^{max}_{воз}} 100\% ,$$

где $L^{max}_{воз}$, $L^{min}_{воз}$ – расход воздуха соответственно через более и менее нагруженные калориферы КУ;

относительные подсосы холодного воздуха через неплотности воздушного тракта (при расположении КУ на всасывающем участке тракта)

$$\psi_{под} = \frac{L^{в}_{воз} - L^{ку}_{воз}}{L^{в}_{воз}} 100\% ,$$

где $L^{в}_{воз}$, $L^{ку}_{воз}$ – расход воздуха соответственно на всасе вентилятора и через калориферы КУ.

3.I.2. Дополнительным показателем качества технологической схемы КУ ТЭС является относительная управляемость теплопроизводительностью КУ.

Для КУ с регулированием теплопроизводительности путем изменения расхода воздуха через калориферы относительная управляемость определяется по формуле

$$\psi_{ув} = \frac{Q^{ф}_{ов} - Q^{ф}_{зв}}{Q^{ф}_{ов}} 100\% ,$$

где $Q^{ф}_{ов}$, $Q^{ф}_{зв}$ – фактическая теплопроизводительность КУ, вычисленная по параметрам греющего теплоносителя при положениях дроссельного воздушного клапана помимо калориферов соответственно "Открыто" и "Закрыто".

Для КУ с подмешивающими насосами относительная управляемость определяется отдельно для дроссельных клапанов подачи сетевой ($\Psi_{уо}$) и подмешиваемой ($\Psi_{уп}$) воды

$$\Psi_{уо} = \frac{Q^{ф}_{ос} - Q^{ф}_{зс}}{Q^{ф}_{ос}} 100\%;$$

$$\Psi_{уп} = \frac{Q^{ф}_{зп} - Q^{ф}_{оп}}{Q^{ф}_{зп}} 100\%,$$

где $Q^{ф}_{ос}$, $Q^{ф}_{зс}$ – фактическая теплопроизводительность КУ, вычисленная по параметрам греющего теплоносителя при положениях дроссельного клапана подачи сетевой воды соответственно "Открыто" и "Закрыто";

$Q^{ф}_{зп}$, $Q^{ф}_{оп}$ – фактическая теплопроизводительность КУ, вычисленная по параметрам греющего теплоносителя при положениях дроссельного клапана подачи подмешиваемой воды соответственно "Закрыто" и "Открыто".

3.I.3. Состояние технологической схемы КУ количественно оценивается с помощью системы неравенств, объединяющих фактические и допустимые значения показателей качества:

$$-2\% \leq \Psi_{1в} \leq 2\%;$$
$$-10\% \leq \Psi_{2в} \leq 5\%;$$
$$\Delta t_{к} \leq 10\%;$$

$$-5\% \leq \Psi_в \leq 5\%;$$
$$100\% \leq \Psi_Q \leq 110\%;$$
$$0\% \leq \Psi_з \leq 20\%;$$
$$-10\% \leq \Psi_{воз} \leq 10\%;$$
$$0\% \leq \Psi_н \leq 15\%;$$
$$0\% \leq \Psi_{под} \leq 5\%;$$
$$\Psi_{ув} \geq 85\%;\ \Psi_{уо} \geq 60\%;\ \Psi_{уп} \geq 30\%.$$

3.2. Техническая диагностика воздушного тракта КУ

3.2.I. Целью технической диагностики воздушного тракта КУ является определение фактических значений расходных и термодинамических параметров потока воздуха в различных сечениях тракта.

3.2.2. Техническая диагностика воздушного тракта предусматривает выполнение следующих работ:

определение объемного и массового расходов воздуха через калориферы при полной нагрузке их воздухом;

определение объемного и массового расходов воздуха через дроссельный воздушный клапан помимо калориферов при полном его открытии;

определение объемного и массового расходов воздуха на всасе вентилятора (при его наличии и расположении КУ на всасывающем участке воздушного тракта).

3.2.3. Объемный расход воздуха в соответствующих сечениях воздушного тракта определяется как произведение площади проходного сечения на среднюю скорость воздушного потока.

Измерение скорости воздушного потока производится крыльчатым анемометром АСО-3 (в диапазоне 0,2-5 м/с) или чашечным анемометром НС-I3 (в диапазоне I-20 м/с). Измерение скорости воздушного потока в выходном сечении калориферов производится на расстоянии 0,I0-0,I5 м от его рабочей поверхности.

3.2.4. Массовый расход воздуха в соответствующих сечениях воздушного тракта определяется как произведение объемного расхода на плотность воздуха, соответствующую его барометрическому давлению и средней измеренной температуре в данном сечении.

Измерение барометрического давления производится барометром-анероидом. Измерение температуры воздушного потока производится датчиком на базе термометра сопротивления ТСМ-I388 в комплекте с мостом типа КВМ в качестве вторичного прибора. Измерение температуры воздушного потока в выходном сечении калориферов производится на расстоянии 0,3-0,5 м от его рабочей поверхности.

3.2.5. При обработке результатов диагностики воздушного тракта определяются численные значения соответствующих показателей качества по п.3.I.I. На основании анализа полученных данных составляется заключение о техническом состоянии воздушного тракта и при необходимости разрабатываются мероприятия по его наладке и совершенствованию.

3.3. Техническая диагностика технологической схемы КУ

3.3.I. Целью технической диагностики технологической схемы КУ является определение фактических значений расходных и термодинамических параметров грекщего теплоносителя и тепловых параметров КУ в целом.

3.3.2. Техническая диагностика технологической схемы предусматривает определение:

температуры и массового расхода грекщего теплоносителя через КУ;

фактической тепловой производительности КУ;

коэффициента загрязнения поверхности нагрева КУ;

относительной управляемости тепловой производительностью КУ.

3.3.3. Техническая диагностика технологической схемы проводится при двух режимах работы КУ - в режиме максимальной тепловой производительности (когда дроссельный воздушный клапан помимо калориферов закрыт, подмешивающий насос остановлен и клапан подачи подмешивающей воды закрыт, клапан подачи грекщего теплоносителя полностью открыт) и в режиме нормативной тепловой производительности (когда температура воздуха на выходе КУ максимально приближена к требуемому значению для тех условий, при которых проводится диагностика).

Измерения в режиме максимальной тепловой производительности используют для вычисления отношения фактической тепловой произво-

дительности к требуемой в расчетном режиме, отклонения массового расхода греющего теплоносителя от расчетного значения и коэффициента загрязнения поверхности нагрева.

Измерения в режиме нормативной тепловой производительности используются для вычисления отклонения температуры греющего теплоносителя на входе и выходе КУ (отклонения температуры конденсата греющего пара на выходе КУ).

3.3.4. Температура греющего теплоносителя на входе и выходе КУ определяется по показаниям штатных приборов.

Массовый расход греющего теплоносителя определяется путем непосредственного измерения с помощью расходомерного сужающего устройства (диафрагмы) на подводящем трубопроводе. Расчет и установка диафрагмы производится в соответствии с "Правилами измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами. РД 50-213-80" (М.: Изд-во стандартов, 1982).

С учетом условий эксплуатации допускается временная установка расходомерной диафрагмы на период проведения диагностики, для чего на трубопроводе предусматривается фланцевый разъем с проставкой, удаляемой при установке диафрагмы.

3.3.5. Фактическая тепловая производительность КУ определяется по формуле

$$Q^{\Phi} = G_{воз}\, c_p (t_2 - t_1), \quad Вт$$

где $G_{воз}$ – массовый расход воздуха через калориферы, кг/с;
c_p – теплоемкость воздуха, кДж/(кг·К);
t_1 и t_2 – температура воздуха до и после КУ, °С.

3.3.6. Фактический коэффициент теплопередачи КУ определяется по формуле

$$K^{\Phi} = \frac{Q^{\Phi}}{F\left[\frac{t_{1в} + t_{2в}}{2} - \frac{t_2 - t_1}{2}\right]}, \quad Вт/(м^2 К),$$

где F – площадь поверхности нагрева КУ, $м^2$.

3.3.7. При обработке результатов диагностики технологической схемы определяются численные значения соответствующих показателей качества по пп.3.1.1 и 3.1.2. На основании анализа полученных данных составляется заключение о состоянии технологической схемы и разрабатываются мероприятия по ее наладке и совершенствованию.

Приложение I
(Справочное)

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАЛОРИФЕРОВ

Модель и номер калорифера	Площадь поверхности нагрева, $м^2$	Площадь живого сечения, $м^2$		Масса, кг
		по воздуху	по теплоносителю	
I	2	3	4	5
Калориферы стальные, пластинчатые, одноходовые (теплоноситель - пар, вода)				
КВБ-2	9,9	0,II5	0,0046	53
КВБ-3	I3,2	0,I54	0,006I	69
КВБ-4	I6,7	0,I95	0,006I	85
КВБ-5	20,9	0,244	0,0076	I06
КВБ-6	25,3	0,295	0,0076	I25
КВБ-7	30,4	0,354	0,0092	I52
КВБ-8	35,7	0,4I6	0,0092	I74
КВБ-9	4I,6	0,486	0,I07	20I
КВБ-I0	47,8	0,558	0,I07	224
Калориферы стальные, пластинчатые, одноходовые, средней модели (теплоноситель - пар, вода)				
КЗ ПП-2	9,9	0,II5	0,0046	56
КЗ ПП-3	I3,2	0,I54	0,006I	75
КЗ ПП-4	I6,7	0,I95	0,006I	90
КЗ ПП-5	20,9	0,244	0,0076	II0
КЗ ПП-6	25,3	0,295	0,0076	I29
КЗ ПП-7	30,4	0,354	0,0092	I55
КЗ ПП-8	35,7	0,4I6	0,0092	I78
КЗ ПП-9	4I,6	0,486	0,I07	204
КЗ ПП-I0	47,8	0,558	0,I07	232
КЗ ПП-II	54,6	0,638	0,0I22	260

Продолжение приложения I

Модель и номер калорифера	Площадь поверхности нагрева, $м^2$	Площадь живого сечения, $м^2$		Масса, кг
		по воздуху	по теплоносителю	
I	2	3	4	5
Калориферы стальные, пластинчатые, одноходовые, большой модели (теплоноситель - пар, вода)				
К4 ШП-2	I2,7	0,II5	0,006I	72,5
К4 ШП-3	I6,9	0,I54	0,0082	8I
К4 ШП-4	2I,4	0,I95	0,0082	II4
К4 ШП-5	26,8	0,244	0,0I02	I40
К4 ШП-6	32,4	0,295	0,0I02	I64
К4 ШП-7	38,9	0,354	0,0I02	I96
К4 ШП-8	45,7	0,4I6	0,0I22	225
К4 ШП-9	53,3	0,486	0,0I43	259
К4 ШП-I0	6I,2	0,558	0,0I43	293
К4 ШП-II	69,9	0,638	0,0I63	332
Калориферы стальные, спирально-навивные, одноходовые, средней модели (теплоноситель - пар, вода)				
К ФСО-2	9,77	0,09I3	0,006I	5I,3
К ФСО-3	I3,43	0,I2	0,0084	66
К ФСО-4	I7,06	0,I53	0,0084	80
К ФСО-5	2I,7I	0,I67	0,0I07	I0I
К ФСО-6	26,29	0,227	0,0I07	II9
К ФСО-7	30,06	0,27I	0,0I22	I23
К ФСО-8	35,28	0,3I8	0,0I22	I40
К ФСО-9	4I,89	0,375	0,0I45	I59
К ФСО-I0	48,22	0,43I	0,0I45	I78
К ФСО-II	55,84	0,497	0,0I68	206
Калориферы стальные, спирально-навивные, одноходовые, большой модели (теплоноситель - пар, вода)				
К ФБО-2	I3,2	0,09I3	0,008I	62
К ФБО-3	I6,28	0,II2	0,0I	77

Продолжение приложения I

Модель и номер калорифера	Площадь поверхности нагрева, $м^2$	Площадь живого сечения, $м^2$		Масса, кг
		по воздуху	по теплоносителю	
I	2	3	4	5
К ФБО-4	20,68	0,I43	0,0II	94
К ФБО-5	26,88	0,I82	0,0I32	I2I
К ФБО-6	32,55	0,222	0,0I32	I42
К ФБО-7	40,06	0,27I	0,0I63	I52
К ФБО-8	47,04	0,3I8	0,0I63	I74
К ФБО-9	55,86	0,375	0,0I93	206
К ФБО-I0	64,29	0,43I	0,0I93	230
К ФБО-II	7I,06	0,475	0,02I3	258
Калориферы стальные, пластинчатые, многоходовые, средней модели (теплоноситель - вода)				
КЗ ВП-2	9,9	0,II5	0,00076	55
КЗ ВП-3	I3,2	0,I54	0,00076	72
КЗ ВП-4	I6,7	0,I95	0,00076	87
КЗ ВП-5	20,9	0,244	0,00096	I07
КЗ ВП-6	25,3	0,295	0,00096	I25
КЗ ВП-7	30,4	0,354	0,00II4	I48
КЗ ВП-8	35,7	0,4I5	0,00II4	I72
КЗ ВП-9	4I,6	0,485	0,00I78	I98
КЗ ВП-I0	47,8	0,558	0,00I78	225
КЗ ВП-II	54,6	0,638	0,00203	253
Калориферы стальные, пластинчатые, многоходовые, большой модели (теплоноситель - вода)				
К4 ВП-2	I2,7	0,II5	0,00I02	70
К4 ВП-3	I6,9	0,I54	0,00I02	78
К4 ВП-4	2I,4	0,I95	0,00I02	II0
К4 ВП-5	26,8	0,244	0,00I27	I35
К4 ВП-6	32,4	0,295	0,00I27	I60
К4 ВП-7	38,9	0,354	0,00I53	I90

Продолжение приложения I

Модель и номер калорифера	Площадь поверхности нагрева, $м^2$	Площадь живого сечения, $м^2$		Масса, кг
		по воздуху	по теплоносителю	
I	2	3	4	5
К4 ВП-8	45,7	0,4I5	0,00I53	2I9
К4 ВП-9	53,3	0,485	0,00237	255
К4 ВП-I0	6I,2	0,558	0,00237	289
К4 ВП-II	69,9	0,638	0,0027I	327
Калориферы стальные, пластинчатые, многоходовые, средней модели (теплоноситель - вода)				
КВ С6-П	II,4	0,I392		56
КВ С7-П	I4,I6	0,I720		66
КВ С8-П	I6,92	0,2048	0,00II59	75
КВ С9-П	I9,56	0,2376		84
КВ СI0-П	25,08	0,3022		I02
КВ СII-П	72	0,8665	0,00232	263
КВ СI2-П	I08	I,2985	0,00347	389
Калориферы стальные, пластинчатые, многоходовые, большой модели (теплоноситель - вода)				
КВБ-6П	I5,I4	0,I392		73
КВБ-7П	I8,8I	0,I72		84
КВБ-8П	22,84	0,2048	0,00I544	96
КВБ-9П	26	0,2376		I09
КВБ-I0П	33,34	0,3033		I34
КВБ-IIП	95,63	0,8655	0,003I	35I
КВБ-I2П	I43,5	I,2985	0,0046	5I8
Калориферы биметаллические, многоходовые, с накатным теплообменным элементом (теплоноситель - вода)				
КСк3-6-02ХЛ3	I0,85	0,II35	0,000847	46
КСк3-7-02ХЛ3	I3,37	0,I395	0,000847	5I
КСк3-8-02ХЛ3	I5,89	0,I659	0,000847	59
КСк3-9-02ХЛ3	I8,4I	0,I923	0,000847	65

Окончание приложения I

Модель и номер калорифера	Площадь поверхности нагрева, $м^2$	Площадь живого сечения, $м^2$		Масса, кг
		по воздуху	по теплоносителю	
I	2	3	4	5
КСк3-I0-02ХЛ3	23,43	0,245I	0,000847	76
КСк3-II-02ХЛ3	68,0I	0,6988	0,00I300	I93
КСк3-I2-02ХЛ3	I02,5	I,0469	0,00I943	286
КСк4-6-02ХЛ3	I4,26	0,II35	0,00III3	57
КСк4-7-02ХЛ3	I7,57	0,I30	0,00III3	65
КСк4-8-02ХЛ3	20,88	0,I659	0,00III3	73
КСк4-9-02ХЛ3	24,I9	0,I923	0,00III3	82
КСк4-I0-02ХЛ3	30,82	0,245I	0,00III3	99
КСк4-II-02ХЛ3	90,04	0,6988	0,00I707	25I
КСк4-I2-02ХЛ3	I36,02	I,0469	0,002580	370
Калориферы стальные, с проволочным оребрением, многоходовые (теплоноситель - вода)				
СО-II0	II0	2,65	0,0058	550

Приложение 2
(Справочное)

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛАПАНОВ ВОЗДУШНЫХ УТЕПЛЕННЫХ КВУ И П

Размеры клапана, мм	Марка исполнительного механизма	Мощность электронагревателя (кВт) при соединении	
		смешанном	параллельном
600xI000	МЭО-4/I00	0,3	I,2
I600xI000	То же	0,8	3,6
I800xI000	МЭО-I0/I00	I,07	4,4
I800xI400	То же	I,07	4,4
2400xI000	-"-	I,2	5,6
2400xI400	-"-	I,2	5,6

Приложение 3
(Справочное)

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЗДУШНЫХ ЗАСЛОНОК ПРЯМОУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ

Размеры сечения присоединяемого воздуховода, мм	Размеры проходного сечения, мм		Масса, кг	
	ширина	высота	с электро-приводом	с ручным приводом
200x200	200	204	II,2	4,8
200x250	250	204	II,9	5,5
200x400	400	204	I3,5	7,I
250x250	250	250	I2,3	5,9
250x400	400	250	I4,I	7,6
250x500	500	250	I5,8	8,7
400x400	400	400	I6,9	I0,5
400x500	500	400	I8,4	I2
400x800	800	400	22,8	I6,4
500x500	500	500	I5,8	I3,4
500x800	800	500	24,7	I8,3
500xI000	I000	500	27,9	2I,3
800x800	800	800	32,6	26,2
800xI000	I000	800	36,9	30,5
I000xI000	I000	I000	42,8	36,4

Приложение 4
(Справочное)

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАПОРНОЙ И ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОЙ АРМАТУРЫ

Арматура	Шифр	Условное давление, МПа	Предельно-допустимая рабочая температура, °С	Диаметр условного прохода, мм	Привод
I	2	3	4	5	6
Вентиль запорный муфтовый чугунный	I5ч8п2	I,5	255	I5-80	Ручной
	I5кчI8пI	I,6	225	I5-50	То же
	I5кчI8п2	I,6	225	I5-50	-"-
Вентиль запорный фланцевый чугунный	I5кч9п2	I,6	225	25-50	-"-
	I5чI4бр	I,6	225	65-200	-"-
	I5кчI6п	2,5	225	32-80	-"-
	I5чI6бр	2,5	225	32-80	-"-
Вентиль запорный фланцевый стальной	I5с22нж	4,0	425	40-200	-"-
Вентиль запорный прямоточный фланцевый стальной	I5с58нж	I,6	425	25-I50	-"-
Вентиль запорный фланцевый стальной	I5с922нж	4,0	425	50-200	Электрический

1	2	3	4	5	6
Вентиль запорный фланцевый	15кч877бр	1,6	150	25	Электромагнитный
		1,6	150	50	То же
		0,6	150	65	-"-
Задвижка параллельная чугунная	30ч6бр	1,0	225	50-400	Ручной
Задвижка клиновая чугунная	31ч6нж	1,0	225	50-150	То же
Задвижка параллельная чугунная	30ч906бр	1,0	225	100-400	Электрический
Задвижка клиновая чугунная	31ч906нж	1,0	225	100-150	То же
Задвижка клиновая стальная	30с997нж	2,5	300	100-250	-"-
Клапан предохранительный фланцевый чугунный	17ч5бр	1,6	225	80-125	Однорычажный Двухрычажный
Клапан предохранительный стальной	17с3нж	2,5	425	50-80	Однорычажный
	17с5нж	2,5	425	80-125	Двухрычажный
Клапан обратный фланцевый чугунный	16ч6п	1,6	225	65-150	-
	16ч6п	1,6	225	65-150	-
Клапан обратный фланцевый стальной	16с13нж	4,0	425	40-200	-
Клапан обратный фланцевый чугунный		1,0	225	200-300	-
Клапан обратный фланцевый стальной	19с17нж	4,0	425	50-600	-

Приложение 5
(Справочное)

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕГУЛИРУЮЩЕЙ АРМАТУРЫ

Клапан регулирующий	Наибольшее допустимое рабочее давление, МПа	Диаметр условного прохода, мм	Допустимая рабочая температура, °С	Условная пропускная способность, $м^3/с$
6с-7-2	2,5	I00	300	0,0686
6с-7-3	2,5	I00	300	0,0490
6с-7-4	2,5	I50	300	0,I372
6с-7-5	6,4	I50	300	0,08I34
8с-7-I	6,4	50	300	0,0I764
9с-3-3-4	42,5	50	425	0,002347
В-423-9I	I0	65	230	0,00637
В-423-92	I0	65	230	0,0I225
В-627-(4)	38	50	280	0,003724
В-627-(5)	38	50	280	0,006076
25ч93Iнж	I,6	40	300	0,0IIII
25ч93Iнж	I,6	50	300	0,0I75
25ч93Iнж	I,6	80	300	0,0444

Приложение 6
(Справочное)

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАСОСОВ ПОДМЕШИВАЮЩИХ (ТЕМПЕРАТУРА РАБОЧЕЙ СРЕДЫ ДО 105°С)

Насос	Подача, $м^3/с\ 10^{-4}$	Напор, кПа	Диаметр рабочего колеса, мм	Электродвигатель		
				тип	мощность, кВт	частота вращения, 1/с
К8/18	16-39	200-140	128	АОЛ2-21-2	1,5	47,67
К20/30	28-83	340-235	162	АОЛ2-32-2	4	48,0
К20/18	30-61	205-170	129	АОЛ2-22-2	2,2	47,67
К45/55	83-167	600-420	218	А02-62-2	17	48,33
К45/30	83-167	330-250	168	А02-42-2	7,5	48,5
К90/85	194-390	930-590	272	А02-82-2	55	48,7
К90/55	150-306	600-470	218	А02-72-2	22	48,33
К90/35	189-334	360-265	174	А02-62-2	17	48,33
К90/20	166-278	250-185	148	А02-42-2	7,5	48,5
К160/30	305-665	350-235	328	А02-72-4	30	24,25
К160/20	305-500	225-160	264	А02-61-4	13	24,17
К290/30	560-950	320-245	315	А02-81-4	40	24,25
К290/18	560-1005	205-120	268	А02-71-4	22	24,25

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Введение 3

I. Калориферные установки тепловых электрических станций 4

2. Система технического обслуживания калориферных установок ТЭС II

3. Техническая диагностика технологической схемы калориферной установки I6

П р и л о ж е н и е I. Основные технические характеристики калориферов 23

П р и л о ж е н и е 2. Основные технические характеристики клапанов воздушных утепленных КВУ и П 27

П р и л о ж е н и е 3. Основные технические характеристики воздушных заслонок прямоугольного сечения 28

П р и л о ж е н и е 4. Основные технические характеристики запорной и предохранительной арматуры 29

П р и л о ж е н и е 5. Основные технические характеристики регулирующей арматуры 3I

П р и л о ж е н и е 6. Основные технические характеристики насосов подмешивающих 32

Подписано к печати I9.02.93 Формат 60x84 I/I6

Печать офсетная Усл.печ.л.I,86 Уч.-изд.л. I,8 Тираж 450 экз.

Заказ №33/93 Издат. № 92099

Производственная служба передового опыта эксплуатации энергопредприятий ОРГРЭС

I05023, Москва, Семеновский пер.,д.I5

Участок оперативной полиграфии СПО ОРГРЭС

I09432,Москва, 2-й Кожуховский проезд, д.29, строение 6

gost.e-ecolog.ru